



การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ควบคุมหลอดไฟด้วยคำสั่งเสียง

The Prototype Development of a Light Controller Through Voice Commands

นิสาชล จันทะระ¹, ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์² และ ชัมภিকা ตันตีสันติสม³

Nisachon Jantara¹, Silnarong Chavipat² and Khumphicha Tantisantisom³

¹บัณฑิตศึกษาศาสตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

^{2,3}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

บ้านแบบอัตโนมัติเป็นรูปแบบการใช้ชีวิตขั้นสูงสำหรับประชาชนดิจิทัล การสั่งงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยคำสั่งเสียงช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้สูงอายุโดยเฉพาะผู้สูงอายุเป็นอย่างมาก ต้นแบบนี้ประกอบไปด้วยบอร์ดอาร์ดูอิโน อูโน โมดูลจดจำเสียง โมดูลรีเลย์แบบ 1 แชนแนล ไมโครโฟนขนาดเล็ก และหลอดไฟ 2 ดวง ที่พัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino IDE จากนั้นทดสอบระบบด้วยการพูดคำว่า เปิด หรือ ปิด จำนวน 10 ครั้ง ในสภาพแวดล้อมการทดลอง โดยมีระยะห่างระหว่างผู้พูดกับไมโครโฟน 6 ระยะ ตั้งแต่ 10 ถึง 100 เซนติเมตร ภายใต้ระดับเสียงรบกวน 30 ถึง 50 เดซิเบล จากการทดสอบพบว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งจนถึงระยะ 30 เซนติเมตร และที่ระยะ 100 เซนติเมตร ภายใต้ระดับเสียงรบกวน 40 เดซิเบล ระบบทำงานได้ถูกต้องร้อยละ 80 ซึ่งต้นแบบนี้ มีความเหมาะสมในการติดตั้งไว้บริเวณเตียงของผู้สูงอายุ ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าห้องน้ำกลางดึกได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การรู้จำเสียง/ สังคมผู้สูงอายุ/ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

Abstract

House automation seems to be an advanced living style for digital citizens. Ordering electronic appliances through voice commands delivers massive convenience to all habitats, especially elderly. This prototype consisted of an Arduino Uno board, a voice recognition module, a one-channel relay module, a connected mini-microphone, and two light bulbs using an Arduino IDE. The system testing applied voice commands with “on” or “off” ten times for each experimental environment with 6 distances between the speakers and the microphone, ranging from 10 to 100 centimeters under the noise ranging from 30 to 50 decibels. It was found that the system was perfectly accurate under the range of 30 centimeters. Furthermore, at the 100-cm distance with the 40-decibel noise, the system performance reached at 80%. Therefore, this prototype was suitable for bed-side installation for the elderly who needed to use the toilet in the middle of the night.

Keywords: voice recognition/ aging society/ Internet of Things

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปี พ.ศ. 2548 ประชากรไทยประมาณร้อยละ 10 อยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุ นับเป็นการเริ่มต้นเข้าสู่สังคมสูงอายุ ได้มีการคาดการณ์ว่า ประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ หรือมีประชากรร้อยละ 20 อยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุ



ในปี พ.ศ. 2564 (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2557) ซึ่งถือว่าใกล้เคียงมากโดยในปัจจุบันพบว่า ประเทศไทยมีผู้สูงอายุถึงร้อยละ 17.57 (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2563)

การส่งเสริมผู้สูงอายุให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ อาจทำได้โดยการใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ ทั้งในเรื่องสุขภาพอนามัย ด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และการดำรงชีวิตประจำวัน รวมทั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกและปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุทั้งภายในและภายนอกบ้าน (ศิริวรรณ อรุณทิพย์ไพฑูรย์, 2563) จากการศึกษาสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ พบว่าสภาพที่อยู่อาศัยไม่เหมาะสม บ้านที่ไม่มีการปรับให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการดำเนินชีวิต ทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น ตัวอย่างที่พบได้จากการศึกษานั้น ได้แก่ ผู้สูงอายุที่อยู่คนเดียวล้นลิ้นในห้องน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพแวดล้อมที่มีมืด หรือสว่างไม่เพียงพอ (รัตนดาวรรณ คลังกลาง และชนิษฐา นันทบุตร, 2562)

นอกจากนี้ การศึกษาของปัญจรัตน์ หาญพานิช และวุฒิมงคล พงศ์สุวรรณ (2562) ที่ได้สำรวจผู้สูงอายุในพื้นที่ พบว่า ผู้สูงอายุโดยเฉพาะที่อายุ 90 ปีขึ้นไป มีความประสงค์ในการพึ่งพาตนเอง ต้องการอุปกรณ์ดูแลตนเองเพื่อลดภาระคนในบ้าน โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุสามารถตอบสนองความต้องการในด้านนี้ได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ที่ใช้รับคำสั่งเสียง เพื่อเปิดหรือปิดไฟภายในห้องนอนหรือห้องน้ำ โดยไม่จำเป็นต้องใช้งานอุปกรณ์ที่ซับซ้อน และสะดวกในการติดตั้ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับเสียง จำนวน 2 จุด
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ และโปรแกรมควบคุมการทำงานของต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับเสียง

กรอบแนวคิดการวิจัย

เมื่อผู้ใช้งานสั่งงานด้วยคำพูดผ่านไมโครโฟน ข้อมูลเสียงจะถูกประมวลผลผ่านบอร์ด เพื่อเปิดหรือปิดไฟตามที่กำหนด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบ โดยทดสอบในสภาวะห้องทดลอง ซึ่งสามารถนำไปขยายผลการใช้งานจริงได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. คอมพิวเตอร์ขนาดพกพา 1 เครื่อง
2. หลอดไฟ LED 12 วัตต์

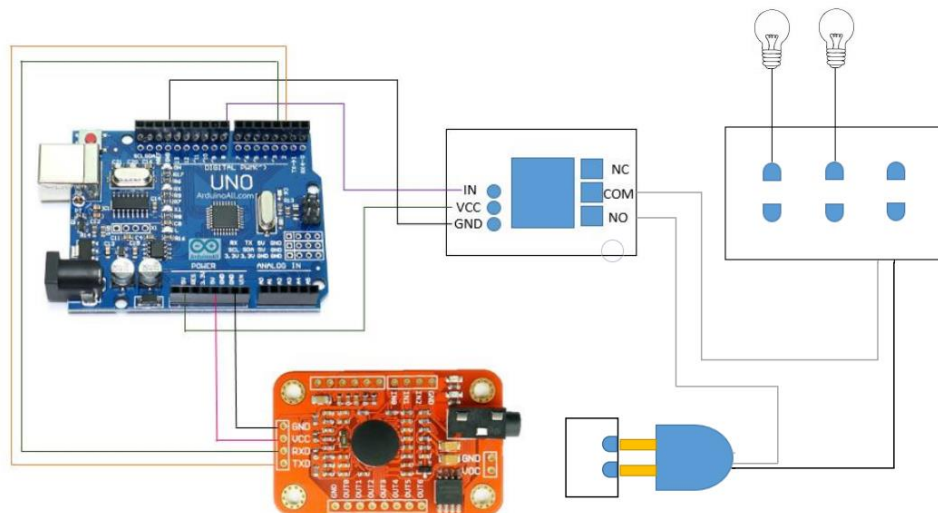


3. บอร์ด Arduino Uno
4. ไมโครโฟนขนาดเล็ก
5. โมดูลจดจำเสียง (Voice / Speech Recognition Module V3)
6. โมดูลรีเลย์ 1 แชนแนล (Module Relay 1 Channel)
7. เต้ารับไฟตัวเมีย 220 โวลต์
8. สายไฟ 220 โวลต์
9. สายไฟจัมเปอร์
10. ปลั๊กตัวผู้ 2 ขาแบน

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นรวบรวมความต้องการ โดยสัมภาษณ์ผู้สูงอายุและผู้ดูแลผู้สูงอายุ จำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับการอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์เน้นไปที่การเข้าห้องน้ำกลางดึกของผู้สูงอายุที่ดูแลตัวเองได้
2. ขั้นวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ลักษณะอุปกรณ์ที่ต้องการใช้งาน ที่การใช้งานไม่ซับซ้อน และผู้สูงอายุไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ใด ๆ ในการสั่งให้ทำงาน
3. ขั้นออกแบบ โดยออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์และผังการทำงานของระบบ ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เป็นดังภาพที่ 2 และผังการทำงานของระบบ เป็นดังภาพที่ 3
4. ขั้นพัฒนา โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบ จากนั้นเขียนโปรแกรมตามผังการทำงานของเพื่อรับคำสั่งเสียงให้ควบคุมการเปิดหรือปิดหลอดไฟ
5. ขั้นทดสอบและประเมินผล โดยทดสอบการทำงานในสภาวะจำลอง และได้มีการทดสอบตามระยะห่างของผู้พูดกับไมโครโฟน รวมทั้งระดับเสียงรบกวนภายในห้อง โดยกำหนดเป็น 6 ระยะห่าง และ 3 ระดับเสียงรบกวน ซึ่งระยะห่างนั้นพิจารณาตามตำแหน่งติดตั้งซึ่งควรจะอยู่ใกล้กับเตียงผู้สูงอายุ จึงคงระยะสูงสุดเพียง 100 เซนติเมตร

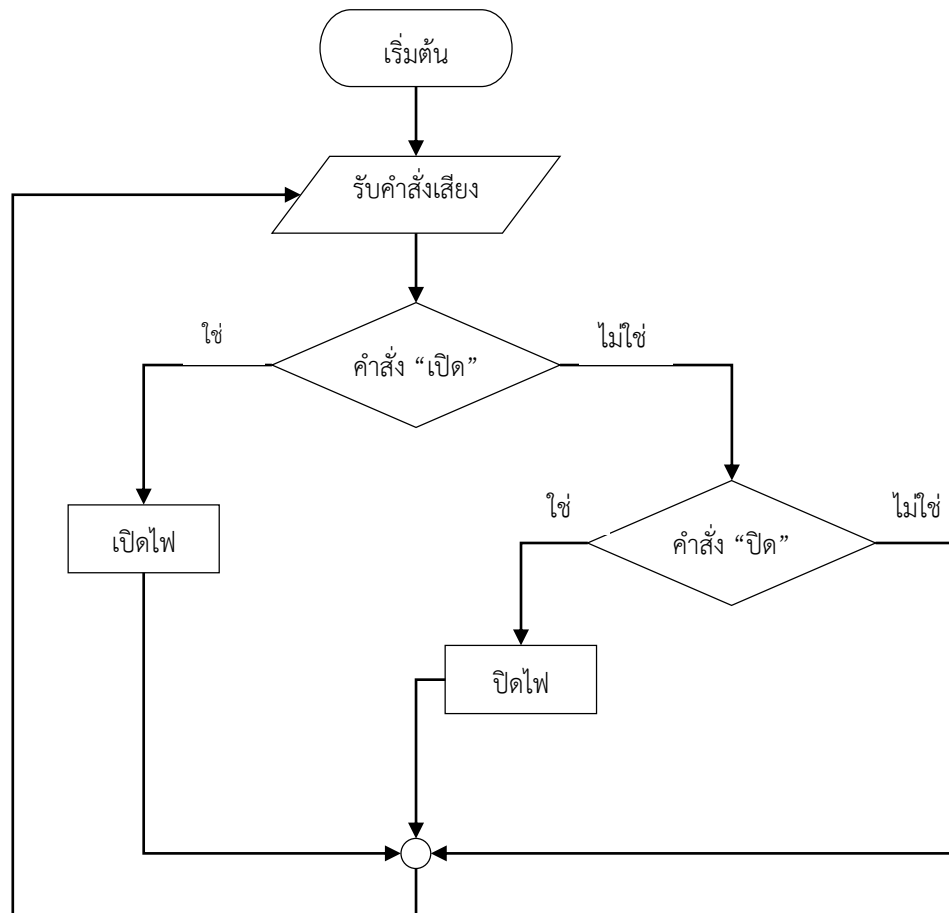
จากการสัมภาษณ์ ได้ข้อสรุปว่า ต้นแบบนี้ควรประกอบไปด้วยไมโครโฟนที่ใช้ในการรับคำสั่งเสียงจากผู้สูงอายุ ที่ใช้คำสั่งง่าย ๆ ในการทำงาน เช่น “เปิด” “ปิด” เป็นต้น จากนั้นได้ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับหลอดไฟ



เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้แล้ว จากนั้นพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ Arduino IDE 1.8.9 และ library Voice Recognition V3 สำหรับ microphone เพื่อประมวลผลคำสั่งเสียงและควบคุมการทำงานของหลอดไฟ ตามผังการทำงานในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ผังการทำงานของระบบในการรับคำสั่งเสียงเพื่อเปิดหรือปิดไฟ

การทดสอบระบบ

กำหนดระยะห่างของผู้พูดและไมโครโฟนออกเป็น 6 ระยะ ได้แก่ 10 20 30 40 50 และ 100 เซนติเมตร โดยเน้นที่ระยะใกล้ เนื่องจากระบบได้ออกแบบเพื่อรองรับการลุกไปเข้าห้องกลางดึกของผู้สูงอายุที่ดูแลตนเองได้ จึงคาดว่าตำแหน่งติดตั้งไมโครโฟนควรอยู่บริเวณหัวเตียง และกำหนดเสียงรบกวนภายในห้องเป็น 3 ระดับ คือ 30 40 และ 50 เดซิเบล ซึ่ง 30 เดซิเบล เป็นระดับเสียงปกติภายในห้องนอน และ 50 เดซิเบล ซึ่งเป็นระดับเสียงที่ยังฟังสบาย (เฉลิมสิริ เทพพิทักษ์, 2562) จากนั้นให้ผู้ทดสอบ พูดคำว่า “เปิด” และ “ปิด” จำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละรูปแบบที่กำหนด แล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ระบบทำงาน

สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ ได้พัฒนาต้นแบบการทำงานของระบบ ดังภาพที่ 4



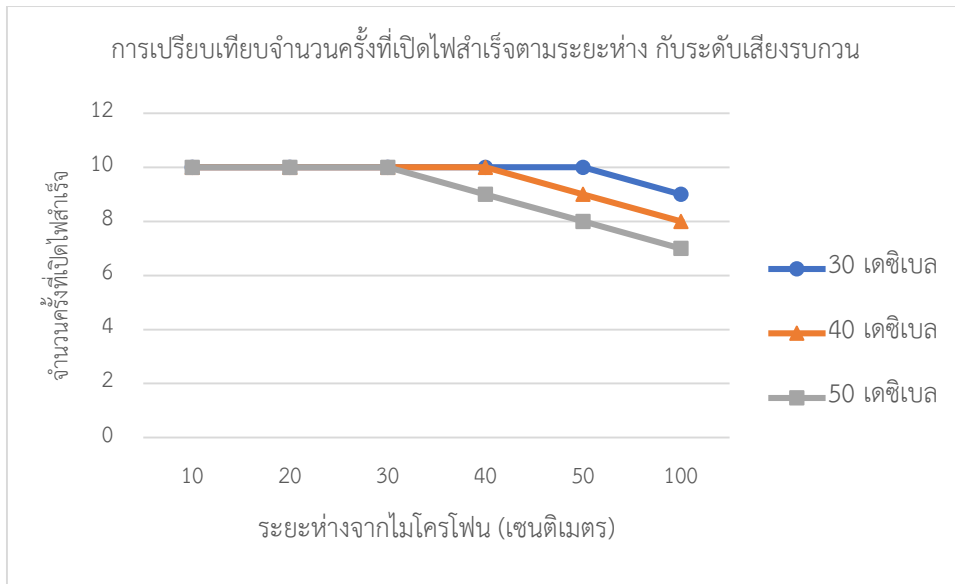
ภาพที่ 4 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบและคำสั่งเสียง

จากนั้นทดสอบระบบตามที่ออกแบบไว้ ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 1

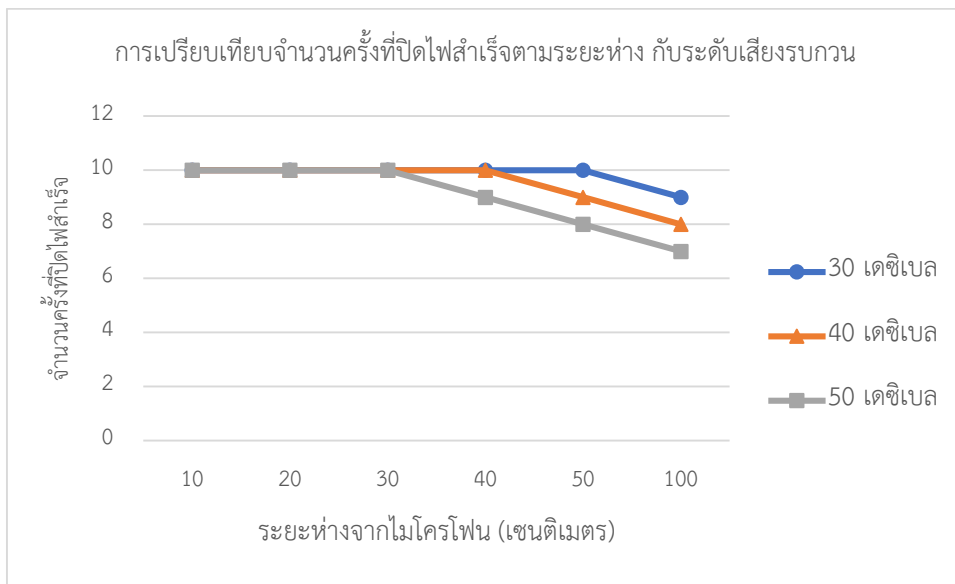
ตารางที่ 1 จำนวนครั้งที่เปิดหรือปิดไฟสำเร็จ แยกตามระยะห่าง และระดับเสียงรบกวน

ระยะห่าง (เซนติเมตร)	30 เดซิเบล		40 เดซิเบล		50 เดซิเบล	
	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด	เปิด	ปิด
10	10	10	10	10	10	10
20	10	10	10	10	10	10
30	10	10	10	10	10	10
40	10	10	10	10	9	9
50	10	10	9	9	8	8
100	9	9	8	8	7	7

จากผลการทดลองดังตาราง ได้นำมาสร้างกราฟเส้นเพื่อเปรียบเทียบตามระยะห่าง และระดับของเสียงรบกวนภายในห้อง โดยผลลัพธ์ของการเปิดเป็นดังภาพที่ 5 และ ผลลัพธ์ของการปิดเป็นดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 กราฟแสดงจำนวนครั้งที่เปิดไฟสำเร็จ เปรียบเทียบตามระยะห่าง และระดับเสียงรบกวน



ภาพที่ 6 กราฟแสดงจำนวนครั้งที่ปิดไฟสำเร็จ เปรียบเทียบตามระยะห่าง และระดับเสียงรบกวน

ข้อมูลจากการทดสอบ จะเห็นได้ว่า ที่ระยะไม่เกิน 30 เซนติเมตร ทั้ง 3 ระดับของเสียงรบกวนภายในห้อง การทำงานของระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกครั้ง และเมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้น หรือเสียงรบกวนเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลต่อความถูกต้องในการทำงานของระบบ อย่างไรก็ตามภายใต้เสียงรบกวน 40 เดซิเบล ที่ระยะห่าง 100 เซนติเมตร ระบบทำงานได้ถูกต้องร้อยละ 80 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

นอกจากนี้ในภาพรวม จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะห่างเพิ่มมากขึ้น หรือระดับเสียงรบกวนเพิ่มมากขึ้น ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบไปด้วย



อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ทดสอบระดับเสียง ในช่วงระหว่าง 30 เดซิเบล เป็นระดับเสียงปกติภายในห้องนอน และ 50 เดซิเบล ซึ่งเป็นระดับเสียงที่ยังฟังสบาย (เฉลิมสิริ เทพพิทักษ์, 2562) พบว่า ระบบสามารถทำงานได้ดีในสภาวะปกติ

สำหรับการทำงานนั้น ระบบได้ติดตั้งไมโครโฟนเพื่อรับคำสั่งเสียงโดยตรงจากผู้ใช้งาน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของปิติกพร ปิ่นบุตร, กายรัฐ เจริญราษฎร์, กิตติพงษ์ ภูพัฒน์วิบูลย์ และณัฐชามณูย์ ศรีจำเริญรัตน์ (2563) ที่ใช้คำสั่งเสียงในการเปิดหรือปิดไฟ 5 ตำแหน่งในบ้าน โดยจำเป็นต้องใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในการเปิดแอปพลิเคชันแล้วกรับคำสั่งเสียง เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามต้องการ ซึ่งไม่สะดวกสำหรับผู้สูงอายุที่เดินทางไปทั่วทั้งบ้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าห้องน้ำกลางดึก

แม้ว่า มุหัมมัด มั่นศรีธธา, มุขอฟฟัล มุดอ, อับดุลเลาะ สะนอยานยา และซุลกีฟลี กะเต็ง, (2560) ได้ใช้ระบบเซนเซอร์เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวในการควบคุมการเปิดหรือปิดไฟแบบอัตโนมัติ ซึ่งได้ผลดีในห้องน้ำของอาคารเรียน หรืองานของฉวีวรรณ ดวงทาแสง, อิศระ แสนโคก, ศุภชัย ฤทธิเจริญวัตถุ และสุภกร หาญสูงเนิน (2558) ที่ใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ร่วมกับเซนเซอร์วัดความเข้มแสงเพื่อประเมินความเพียงพอของแสงสว่างในพื้นที่ แต่ระบบดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาวะกลางคืนที่ผู้สูงอายุต้องเดินในความมืดไปจนถึงห้องน้ำเสียก่อน หรือถ้าหากติดตั้งภายในห้องนอน การเคลื่อนไหวขณะหลับ เช่น การพลิกตัว อาจส่งผลให้ไฟเปิดอัตโนมัติเป็นการรบกวนการหลับได้

จากการทดลองใช้งาน ในระยะไม่เกิน 30 เซนติเมตร พบว่า ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทุกครั้ง ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบได้ด้วยการเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์คุณภาพสูงที่สามารถดักจับเสียงได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้ง เมื่อขยายการใช้งานออกไปทั่วทั้งอาคารหรือที่พักอาศัย แล้วเชื่อมต่อการส่งข้อมูลผ่าน gateway ไปยังระบบคลาวด์ จะสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลเพื่อสนับสนุนการทำงานของบ้านอัจฉริยะได้อีกด้วย (ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ, 2561)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานครั้งนี้ มีคุณสมบัติที่จำกัด หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับเสียงให้ใช้ได้ในระยะห่างมากยิ่งขึ้น ควรปรับเปลี่ยนอุปกรณ์คุณภาพสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น
2. การทดสอบระบบภายใต้ระดับเสียงในห้องนอนตามปกติ คือ 30 – 50 เดซิเบล ซึ่งถ้าการใช้งานภายใต้ระดับเสียงรบกวนที่มากขึ้น เช่น ห้องนอนติดถนน ที่เปิดหน้าต่าง อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจส่งข้อมูลการเปิดหรือปิดไฟ ในแต่ละครั้งไปยังระบบคลาวด์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพของผู้สูงอายุ ในประเด็นคุณภาพการนอนหลับ หรือสุขภาพด้านการขับถ่าย ต่อไป
2. อาจขยายพื้นที่ทดลองในส่วนอื่น ๆ ของบ้าน จากนั้นส่งต่อข้อมูลผ่าน local gateway เพื่อสนับสนุนการทำงานของบ้านอัจฉริยะต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2557). **จำนวนและสัดส่วนของผู้สูงอายุไทยในภาพรวม**. [Online]. Available: http://www.dop.go.th/download/knowledge/knowledge_th_20163105110238_1.pdf [ธันวาคม 25, 2563].
- กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2563). **สถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย 77 จังหวัด ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2563**. [Online]. Available: <http://www.dop.go.th/th/know/1> [มกราคม 5, 2564].
- ฉวีวรรณ ดวงทาแสง, อิสระ แสนโคก, ศุภชัย ฤทธิ์เจริญวัตถุ และสุภกร หาญสูงเนิน. (2558). ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟภายในห้องแบบอัตโนมัติ. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8 (น. 211–214). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เฉลิมสิริ เทพพิทักษ์. (2562). **สรีรวิทยาของระบบการได้ยินและการประเมินสมรรถภาพการได้ยิน**. [Online]. Available: <http://iph.sut.ac.th/wp-content/uploads/2019/08/Ear-stu.pptx-1-62-Week-3-1.pdf> [มกราคม 11, 2564].
- ประเสริฐศักดิ์ อุ่อรุ่ง. (2561). การออกแบบและการดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อบ้านอัจฉริยะ. *Veridian E-Journal, Science and Technology, Silpakorn University*, 5(3), 53–63.
- ปัญจรัตน์ หาญพานิช และวุฒิพงษ์ พงศ์สุวรรณ. (2562). อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในรูปแบบที่ผู้สูงวัยต้องการ: กรณีศึกษาผู้สูงวัย ในจังหวัดสมุทรปราการ. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์*, 8(2), 254 – 262.
- ปิติภัทร ปันบุตร, กายรัฐ เจริญราษฎร์, กิตติพงษ์ ภูพัฒน์วิบูลย์ และณัฐชามญช์ ศรีจำเริญรัตนนา. (2563). การประยุกต์ใช้เสียงเพื่อควบคุมแสงสว่างบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ. *Journal of Management Science Nakhon Pathom Rajabhat University*, 7(1), 306–319.
- มุหัมมัด มั่นศรีธา, มุฆอฟฟัล มุดอ, อับดุลเลาะ สะนอยานยา และซุลกีฟลี กะเต็ง. (2560). ระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำโดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP8266/Node MCU. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 9(2), 73–82.
- รัตน์ดาวรรณ คลังกลาง และชนิษฐา นันทบุตร. (2562). สถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุและการดูแลตนเองเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ*, 37(3), 164–172.
- ศิริวรรณ อรุณทิพย์ไพฑูรย์. (2563). **สังคมสูงวัย...ความท้าทายประเทศไทย**. [Online]. Available: http://www.dop.go.th/download/knowledge/th1580199450-276_0.docx [มกราคม 11, 2564].